

5

## Vollwellenleiter

### I. Anwendungsgebiet

- 10 Die Erfindung betrifft Positionssensoren, insbesondere deren Detektoreinheit, basierend auf dem Prinzip der Laufzeitmessung von mechanisch-elastischen Impulsen in einem Wellenleiter, die außer diesem Wellenleiter ein relativ hierzu bewegliches, die mechanisch-elastische Welle erzeugendes oder detektierendes, Positionselement umfassen.

15

### II. Technischer Hintergrund

- Der Wellenleiter besteht in der Regel aus einem Rohr, einem Draht oder einem Band, und kann auch als elektrischer Leiter dienen. Der Wellenleiter kann  
20 weiterhin in einem formgebenden, linearen oder kreisförmigen, Körper aus nicht-magnetischem Material, z. B. Kunststoff oder Metall zur Aufnahme und Lagerung des Wellenleiters angeordnet sein.

- Basierend auf dem Wiedemann-Effekt erzeugt ein in den Wellenleiter  
25 eingespeister Strom bei seiner Überlagerung mit einem lateral auf den magnetostriktiven Wellenleiter gerichteten externen Magnetfeld, welches vom Positionselement, insbesondere einem Positionsmagneten herrührt, einen Torsionsimpuls einer mechanisch-elastischen Welle, der sich mit etwa 2.500 m/s - 6.000 m/s vom Ort der Entstehung, also z.B. der Position des Positionselementes,  
30 in beide Richtungen entlang des Wellenleiters ausbreitet.

An einer Stelle, üblicherweise an einem Ende des Wellenleiters, wird insbesondere der Torsionsanteil dieses mechanisch-elastischen Impulses von



einer Detektoreinheit, die sich meist in fester Position bezüglich des Wellenleiters befindet, erfaßt. Die Zeitdauer zwischen der Auslösung des Erregerstromimpulses und dem Empfang des mechanischen Impulses ist dabei ein Maß für den Abstand des verschiebbaren Positionselementes, z. B. des Positionsmagneten von der  
5 Detektoreinrichtung oder auch der Spule bzw. des Elektromagneten.

Ein typischer solcher Sensor ist im US-Patent 896 714 beschrieben.

Das Hauptaugenmerk der vorliegenden Erfindung liegt auf der Detektoreinrich-  
10 tung. Diese umfaßt eine Detektor-Spule, die entweder um den Wellenleiter herum angeordnet ist oder als sogenannter Villary-Detektor um ein Villary-Bändchen herum angeordnet ist, welches quer, insbesondere im 90°-Winkel, vom Wellenleiter abstrebt und mit diesem so verbunden, insbesondere mechanisch fixiert, z. B. verschweißt ist, daß der entlang des Wellenleiters laufende  
15 Torsionsimpuls im Villary-Bändchen in eine longitudinale Welle transformiert wird. Eine solche longitudinale Welle staucht bzw. dehnt das Villary-Bändchen elastisch im kristallinen Bereich, und verändert daher dessen Permeabilität  $\mu$ . Das Villary-Bändchen besteht zu diesem Zweck aus Material mit möglichst hoher magnetischer Permeabilität  $\Delta\mu_r$ , z. B. aus Nickel oder einer Nickel-Legierung.

20

Die ein magnetoelastisches Element, z.B. das Villary-Bändchen, durchlaufende Dichtewelle äußert sich somit in einer Spannungsänderung  $\Delta U$ , die als Nutzsignal an der Detektorspule abgegriffen werden kann.

25 Wie ersichtlich, ist das Nutzsignal  $\Delta U$  umso größer, je größer die Änderung der magnetischen Permeabilität  $\Delta\mu_r$  ausfällt.

Zusätzlich ist als Arbeitspunkt bzw. Arbeitsbereich ein solcher Bereich der Kurve  $\Delta\mu_r(H)$ , also der magnetischen Permeabilität aufgetragen über der magnetischen  
30 Feldstärke, erwünscht, in dem sich die magnetischen Permeabilität  $\Delta\mu_r$  möglichst linear, relativ zur Ursache aber möglichst stark verändert, weshalb versucht wird, die Funktion  $\Delta\mu_r(H)$  in der Anstiegsflanke möglichst steil auszubilden und den Arbeitsbereich dort, im annähernd linearen Bereich, zu etablieren.



Im Stand der Technik wird zum Einstellen des Arbeitspunktes ein sogenannter Bias-Magnet in Form eines Dauermagneten in räumlicher Nähe zur Detektorspule, z.B. parallel zum Villary-Bändchen, angeordnet.

5

Der Arbeitspunkt der magneto-elastischen Detektoreinheit hängt neben den magnetischen Parametern des Bias-Magneten hauptsächlich von dessen Positionierung relativ zur Detektor-Spule ab.

- 10 Dies ist in mehrfacher Hinsicht nachteilig, beispielsweise beim Einsatz des Positions-Sensors an Stellen, die mechanische, insbesondere dynamischen mechanischen, Belastungen unterworfen sind oder auch thermischen Belastungen, welche die magnetischen Parameter des Bias-Magneten verändern und insbesondere dessen Alterungsprozess, die ebenfalls eine Änderung der
- 15 magnetischen Parameter zur Folge haben, beschleunigen.

- Zusätzlich sind alle bei der Herstellung des Bias-Magneten auftretenden Formabweichungen von der Sollform in gleicher Weise nachteilig. Gleiches gilt für die herstellungsbedingten Streuungen der magnetischen Parameter bei der
- 20 Herstellung des Bias-Magneten.

- Ein weiterer Nachteil bestand darin, dass bei zu starker Annäherung des Positionsmagneten an die Detektorspule der Arbeitspunkt negativ verändert wird . Bei der Detektoreinrichtung gemäß dem Stand der Technik musste daher der
- 25 Wellenleiter über den Messbereich, innerhalb dessen sich der Positionsmagnet hin und her bewegen konnte, hinaus so weit verlängert werden, dass sich die Detektoreinheit mit der Detektorspule ausreichend weit vom Messbereich entfernt befand, um Störbeeinflussungen auf ein beherrschbares Maß zu reduzieren. Dadurch ergab sich jedoch immer eine Gesamtlänge des Positionssensors, die
- 30 deutlich größer war als sein Messbereich.

Während in der Vergangenheit hauptsächlich die Bauformen mit dem quer vom Wellenleiter abstehenden Villary-Bändchen, welches von der Detektorspule



umschlossen wurde, verbreitet waren aufgrund der dabei erzielbaren hohen Amplitude, hat dies den Nachteil eines aufwendigen Herstellungsprozesses.

- 5 In der Vergangenheit war es bereits bekannt, den Wellenleiters selbst entweder mit einem massiven Querschnitt, also als Draht, oder auch mit einem hohlen Querschnitt, also als Rohr, zu verwenden. Bei Verwendung des Wellenleiters auch als elektrischer Leiter wurde dabei die Vorform bevorzugt, da hierdurch im Inneren des rohrförmigen elektrischen Leiters kein vom elektrischen Strom erzeugtes Magnetfeld vorhanden war.

10

### III. Darstellung der Erfindung

#### a) Technische Aufgabe

- 15 Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Positions-Sensor dieses Bauprinzips so zu vereinfachen, dass trotz deutlich geringerem Fertigungsaufwand die Funktion mit ausreichender Genauigkeit gewährleistet ist.

#### 20 b) Lösung der Aufgabe

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

- 25 Es hat sich wider Erwarten herausgestellt, dass bei Verwendung eines elektrisch leitfähigen Wellenleiters, der gleichzeitig als elektrischer Leiter dient, bei coaxialer Anordnung der Detektorspule direkt auf dem elektrischen Leiter und insbesondere Anordnung einer entsprechenden Abschirmung um die Detektorspule herum, insbesondere in Form eines Flussleitstückes, sich das Nutzsignal ausreichend  
30 stark von den vorhandenen Störsignalen unterscheiden lässt, insbesondere wenn die Abschirmung die Detektorspule möglichst dicht umschließt.



Dabei kann auf eine Strombeaufschlagung der Detektorspule nicht nur verzichtet werden, sondern diese wirkt sich unter Umständen sogar negativ aus, und auch auf eine Kompensation der sich nach in Betrieb setzen des Sensors verändernden Temperatur innerhalb der Detektoranordnung kann ebenfalls verzichtet werden.

5

Somit wird die Detektorspule in einem Endbereich coaxial auf dem drahtförmigen Wellenleiter angeordnet und – vorher oder nachher – mit der Abschirmung, insbesondere mittels eines ebenfalls zylindrischen Flussleitkörpers versehen. Nach Anschließen der Detektorspule an eine Detektorschaltung ist – nach  
10 geeigneter Lagerung des Wellenleiters – der Sensor funktionstüchtig.

Die Form und Anordnung des Flussleitkörpers relativ zur Detektorspule wird dabei so gewählt, dass der durch das Flussleitstück ermöglichte magnetische Flussweg die Windungen der Wicklungen der Detektorspule wenigstens an einer Stelle  
15 umschließt, insbesondere die gesamte Detektorspule in wenigstens einer Ebene, z. B. der axialen Ebene, umschließt. Vorzugsweise umschließt der Flussweg die Detektorspule dabei lückenlos.

Dementsprechend kann die Form des Flussleitstückes unterschiedlich ausgebildet  
20 sein:

In einer einfachen Ausführungsform übergreift ein C-förmiges Flussleitstück die coaxial auf dem Wellenleiter aufgebrachte Detektorspule so, dass das C-Teil mit seinen freien Enden beidseits der Spule mit geringem Abstand gegen den  
25 Wellenleiter gerichtet ist. Dadurch wird aus dem C-förmigen Flussleitstück und dem entsprechenden Teil des Wellenleiters über den geringen Luftspalt zwischen Wellenleiter und Flussleitstück hinweg ein magnetischer Kreis geschlossen, der den magnetischen Flussweg darstellt, welcher mittels des Flussleitstückes ermöglicht wird.

30

Obwohl dabei der Großteil der Detektorspule außerhalb dieses magnetischen Kreises liegt, wird die Signalqualität des von der Detektorspule gelieferten elektrischen Signals dadurch bereits stark positiv beeinflusst.



Weiter verbessern lässt sich das Ergebnis, in dem die Detektorspule in immer stärkeren Maß von dem magnetischen Flussweg eingehüllt wird, beispielsweise durch Anordnen von zwei einander gegenüberliegenden C-förmigen Flussleitstücken oder auch mehreren solcher C-förmigen Flussleitstücke über den Umfang des Wellenleiters verteilt.

Im Idealfall umschließt ein entsprechend geformter Flussleitkörper die Detektorspule – bis auf die benötigten Ein- und Auslässe – möglichst vollständig, und wird dabei in der Regel aus zwei sich ergänzenden Formkörpern bestehen.

Ebenso kann eine Verbesserung des Nutzsignals relativ zu den Störsignalen erreicht werden, wenn stattdessen und/oder ergänzend zu den vorgenannten Maßnahmen wenigstens im Bereich der Detektorspule der für den Positionssensor notwendigen elektrische Rückleiter coaxial um die Detektorspule herum angeordnet wird, also insbesondere rohrförmig, jedenfalls vorzugsweise umfänglich geschlossen.

Diese Wirkung tritt besonders dann ein, wenn das Material nicht nur elektrisch leitfähig, sondern auch noch magnetisch abschirmend ist, also eine Permeabilität von  $\mu > 1$  aufweist.

### c) Ausführungsbeispiele

Ausführungsformen gemäß der Erfindung sind im Folgenden beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1: Eine Prinzipdarstellung des erfindungsgemäßen Positionssensors,  
Fig. 2: einen Querschnitt durch den Wellenleiter 3,  
Fig. 3 – 6: weitere Bauformen des Flussleitkörpers.

Fig. 1 zeigt den gesamten Positionssensor, bestehend aus dem in Messrichtung verlaufenden Wellenleiter 3 und auf dessen einem Ende befestigten



Detektoranordnung 105 sowie der mit der Detektoranordnung 105 verbundenen Detektorschaltung 50.

Die Detektorschaltung 50 kann dabei örtlich getrennt von der Wellenleitereinheit 5 angeordnet sein, und muss lediglich über zwei elektrische Leiter mit der Detektorspule 5 verbunden sein.

Der Positionssensor misst die Position des in Messrichtung 10 kontaktlos entlang der Wellenleitereinheit verschiebbaren Positionsmagneten 28 relativ zum 10 Sensorkopf des Wellenleiters 3, also zur Detektorspule 5.

Der Wellenleiter 3 weist wenigstens abschnittsweise, insbesondere über seine gesamte Länge einen massiven Querschnitt von vorzugsweise kreisrunder Außenkontur auf, wie in Fig. 2 dargestellt.

15

In seinem Verlauf ist der Wellenleiter 3 z. B. in einem Stützrohr 4 aufgenommen, welches beispielsweise einen deutlich größeren Innendurchmesser besitzt als der Außendurchmesser des Wellenleiters 3, und in dem der Wellenleiter 3 coaxial positioniert ist durch Anordnung eines schlauchförmigen Abstandshalters 2 aus 20 elektrisch nicht leitendem und nicht magnetischem Material, insbesondere einem Kunststoffmaterial, welches coaxial um den Wellenleiter 3 herum und innerhalb des Stützrohres 4 angeordnet ist.

Das vom Detektorkopf und damit der Detektorspule 5 abgewandte freie Ende des 25 Wellenleiters 3 ist in einer speziellen Dämpfungsanordnung 7 aufgenommen.

Die Detektorspule 5 ist coaxial auf dem Wellenleiter 3 angeordnet, berührt diesen jedoch nicht, so dass dazwischen eine Distanzhülse aus elektrisch nicht leitendem Material angeordnet ist.

30

Bei der Detektorspule 5 können die Wicklungen in Ebenen quer zur Längsrichtung 10 angeordnet sein, oder auch – bei Ausbildung der Detektorspule 5 als Toroid-Spule – in Ebenen entlang der Längsrichtung 10.



Der Wellenleiter 3 kann nur auf einer Stirnseite die Detektorspule 5 verlassen, wie in der Fig. 1a dargestellt, oder die Detektorspule 5 auch in Längsrichtung komplett durchdringen, wie in Fig. 1b dargestellt.

5

Abhängig davon weist der Flussleitkörper 30 nur eine einzige oder zwei gegenüberliegende stirnseitige Öffnungen 5a, 5a' für das Ein- und ggf. auch Austreten des Wellenleiters 3 und ggf. dessen Isolierhülse gegenüber der Detektorspule 5 auf, und darüber hinaus wenigstens eine Öffnung 5b zum  
10 Hindurchführen der elektrischen Anschlüsse von der Detektorspule 5 zur Auswerteschaltung 50.

Dabei kann der Flussleitkörper 30 – wie in Fig. 1a dargestellt – aus zwei Halbschalen mit Trennebene parallel zur Längsrichtung 10 bestehen oder auch aus  
15 einem topfförmigen Gehäuse mit stirnseitigem Abschlussdeckel, wie in der Fig. 1b dargestellt.

Auch eine Bauform aus zwei mit der offenen Seite gegeneinander gerichteten schalenförmigen Flussleitkörpern 30c, wie in Fig. 6 im Längsschnitt und in einer  
20 Stirnansicht dargestellt ist möglich, in der der Wellenleiter die schalenförmigen Teile 30c durch zentrale Wellenleiter-Öffnungen 5a bzw. 5a' in den ansonsten geschlossenen Boden der schalenförmigen Teile durchdringt, während die elektrischen Anschlüsse der Spule 5 durch wenigstens eine hier nicht zeichenbare Öffnung vorzugsweise auf die Berührungsebene der beiden schalenförmigen Teile  
25 30c den Innenraum des Flussleitkörper verlassen.

Im Gegensatz zu den vorbeschriebenen Varianten, in denen der Flussleitkörper 30 die Detektorspule 5 bis auf die benötigten Durchtrittsöffnungen für elektrische Anschlüsse und den Wellenleiter 3 weitestgehend vollständig umschließt, zeigen  
30 die Fig. 3 – 5 jeweils in Seitenansicht und Stirnansicht Lösungen, bei denen der Flussleitkörper aus einem oder mehreren C-förmigen Flussleitstücken 30a bzw. 30b besteht, die somit die Detektorspule 5 nicht vollständig einschließen.



In der einfachsten Lösung gemäß Fig. 3 ist ein solches C-förmiges Flussleitstück 30a mit seinem verbindenden Längsschenkel in Längsrichtung 10 ausgerichtet, also parallel zum Wellenleiter 3, so dass die beiden freien Enden des C-Teiles 30a beidseits der stirnseitigen Enden der Detektorspule 5 gegen den Wellenleiter 3 gerichtet sind, mit einem möglichst geringem Luftspalt zwischen dem Wellenleiter 3 und dem C-förmigen Flussleitstück 30a.

Gemäß den Fig. 4 sind zwei solcher C-Teile 30a auf einander gegenüberliegenden Seiten des Wellenleiters 3 gegeneinander gerichtet entsprechend angeordnet, so dass hierdurch bereits die gesamte Detektorspule 5 innerhalb des Flussleitstückes 30 liegt, jedoch von diesem wiederum nicht vollständig dicht eingeschlossen wird.

Durch steigende Anzahl von über den Umfang verteilt angeordneten solchen C-Teilen 30a, beispielsweise drei C-Teile 30a wie in den Fig. 5 dargestellt, oder einer höheren Anzahl von C-Teilen, werden die nicht von Flussleitstücken abgedeckten Umfangsbereiche der Detektorspule 5 immer geringer und damit die Qualität des von der Detektorspule 5 gelieferten Signals immer besser.

Fig. 4c zeigt eine Abwandlung zweier C-förmiger Flussleitstücke 30b, die in diesem Fall nicht jeweils auf einer der beiden Seiten des Wellenleiters angeordnet sind, sondern die beide auf den Wellenleiter 3 aufgefädelt sind mittels in dem verbindenden Schenkel der C-Teile 30b vorhandener Wellenleiter-Öffnungen 5a, während die frei endenden Schenkel der Flussleitstücke gegeneinander gerichtet sind und sich auch gegenseitig berühren sollen.

25

In der Seitenansicht gemäß Fig. 4d dieser Lösung ist zu erkennen, dass die Detektorspule 5 auf in der Seitenansicht oder auch im Querschnitt z. B. H-förmigen Spulengrundkörper 1 aufgewickelt sein kann, an Stelle der in den übrigen Zeichnungen dargestellten Grundkörper-freien, selbsttragenden, Detektorspulen 5.

30

Fig. 4c zeigt in der perspektivischen Ansicht die zu den zwei gegenüberliegenden Seiten hin offenen, nicht vom Flussleitkörper 30 abgedeckten Seiten einer solchen



Detektorspule 5, aus denen die entsprechenden Anschlüsse für die Detektorspule 5 herausgeführt werden können.

Darüber hinaus zeigt Fig. 1c eine Lösung, bei der die ebenfalls coaxial auf dem Wellenleiter 3 angeordnete Detektorspule 5 nicht von einem Flussleitkörper sondern von einem coaxial um die Detektorspule 5 herum angeordneten, rohrförmigen elektrischen Rückleiter 6 umgeben ist. Diese Wirkung tritt besonders dann ein, wenn dessen Material nicht nur elektrisch leitfähig, sondern auch noch magnetisch abschirmend ist, also eine Permeabilität von  $\mu > 1$  aufweist.

10

Auch hierdurch werden von außen auf die Detektorspule 5 einwirkende Magnetfelder abgehalten.

Auch eine Kombination beider Möglichkeiten, also die Anordnung eines Flussleitkörpers zusätzlich zu einem coaxialen Rückleiter 6 mit den beschriebenen Eigenschaften, ist möglich.



## BEZUGSZEICHENLISTE

5		
	1	Grundkörper
	2	Stützschlauch
	3	Wellenleiter
	4	Stützrohr
10	5	Detektorspule
	5a, 5a'	Wellenleiter-Öffnung
	5b	Anschluss-Öffnung
	6	Rückleiter
	7	Dämpfungsanordnung
15	10	Längsrichtung
	28	Positionsmagnet
	30	Flussleitkörper
	30a	C-förmiges Flussleitstück
	30b	C-förmiges Flussleitstück
20	30c	schalenförmiges Flussleitstücke
	50	Auswerteschaltung
	105	Detektoranordnung



## PATENTANSPRÜCHE

5

1. Positions-Sensor nach dem Laufzeitprinzip einer mechanisch-elastischen Welle mit

- einem Wellenleiter (3),
- einer am Wellenleiter (3) angeordneten Detektorspule (5),
- 10 - einem Positionselement, z. B. einem Positionsmagneten (28), welcher entlang des Wellenleiters (3) bewegbar ist

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Wellenleiter (3) aus elektrisch leitendem Material besteht,
- die Detektorspule (5) im Detektorbereich coaxial auf dem Wellenleiter (3)
- 15 - angeordnet ist.

2. Positionssensor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Detektorspule (5) ein Flussleitkörper (30) zugeordnet ist.

20

3. Positions-Sensor nach dem Laufzeitprinzip einer mechanisch-elastischen Welle mit

- einem Wellenleiter (3),
- einer am Wellenleiter (3) angeordneten Detektorspule (5),
- 25 - einem Positionselement, z. B. einem Positionsmagneten (28), welcher entlang des Wellenleiters (3) bewegbar ist

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens im axialen Bereich der Detektorspule (5) der Rückleiter (6) coaxial außen um die Detektorspule (5) herum angeordnet ist.

30

4. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Wellenleiter (3) einen massiven Querschnitt besitzt.



5. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Querschnitt des Wellenleiters (3) insbesondere über den gesamten  
5 Messbereich massiv ist.
6. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Detektorspule (5) ebenso wie eine Detektorschaltung (50) Teil einer  
10 Detektoranordnung (105) ist.
7. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Flussleitkörper (30) der Detektorspule (5) so zugeordnet ist, dass er  
15 gleichzeitig die Detektorspule (5) gegen unerwünschte äußere Magnetfelder  
abschirmt.
8. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
20 der magnetische Flussweg des durch den Flussleitkörper (30) ermöglichten  
magnetischen Flusses die Windungen der Spule wenigstens einmal einschließt,  
insbesondere unter Einbeziehung des Wellenleiters (3) in den Flussweg.
9. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
25 dadurch gekennzeichnet, dass  
der durch den Flussleitkörper (30) ermöglichte Flussweg die gesamte Spule  
umgibt, insbesondere in wenigstens einer Ebene, insbesondere wenigstens einer  
Axialebene, insbesondere die Spule vollständig umgibt.
- 30 10. Positionssensor nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Rückleiter (6) aus elektrisch leitfähigem sowie insbesondere auch magnetisch  
abschirmendem Material mit einer Permeabilität von  $\mu > 1$  besteht.



11. Positionssensor nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Rückleiter (6) einen umfänglich weitestgehend, insbesondere vollständig,  
5 geschlossenen Querschnitt aufweist.
12. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Abschirmung, insbesondere der Flussleitkörper (30), die Detektorspule (5)  
10 wenigstens teilweise, insbesondere entlang einer Ebene, insbesondere einer  
Axialebene der Detektorspule (5) umgibt, insbesondere coaxial umgibt.
13. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
15 die Detektorspule (5) als selbsttragende Spule ohne Spulenkörper ausgebildet ist.
14. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Detektorspule (5) auf einem Spulenkörper, insbesondere einem im  
20 Längsschnitt H-förmigen Spulenkörper gewickelt ist.
15. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Abschirmung, insbesondere der Flussleitkörper (30), die Detektorspule (5) bis  
25 auf die Öffnung (5a) für den Wellenleiter (3) sowie wenigstens eine Leiteröffnung  
(5b) für die an die Detektorspule (5) angeschlossenen elektrischen Leiter  
vollständig umschließt.
16. Positions-Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
30 dadurch gekennzeichnet, dass  
der Flussleitkörper (30c) im Wesentlichen schalenförmig, insbesondere zylindrisch  
geformt ist mit zwei einander in den geschlossenen Stirnseiten  
gegenüberliegenden Öffnungen (5a, 5a') für Ein- und Austritt des Wellenleiters (3)



und einer Leiteröffnung (5b) zum Durchtritt der elektrischen Leiter zur Detektor-Spule (5) hin, wobei sich die Leiteröffnung (5b) insbesondere in der zylindrischen Mantelfläche des Flussleitkörpers (30) befindet.

- 5 17. Positions-Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der zylindrische Flussleitkörper (30) aus einem topfförmigen Korpus mit einer  
offenen Stirnseite und einem auf dieser stirnseitigen Öffnung passenden Deckel  
besteht.
- 10 18. Positions-Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das zylindrische Gehäuse aus zwei halbzyklindrischen Schalen besteht.
- 15 19. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Flussleitstück (30) aus einem ferromagnetischen Material mit einer  
Permeabilität von  $\mu > 10$ , insbesondere  $\mu > 1.000$ , insbesondere  $\mu > 10.000$   
besteht.
- 20 20. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Flussleitstück (30) aus einer hochpermeablen Legierung, insbesondere aus  
Ferrit, besteht.
- 25 21. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Wellenleiter (3) von Gleichstrom durchflossen ist.
- 30 22. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Detektoranordnung (105) keinen Magneten, insbesondere keine  
Biasmagneten, umfasst.



23. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Axialrichtung der Detektorspule (5) mit der Längsrichtung des Wellenleiters (3)  
5 übereinstimmt.

24. Positions-Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Detektor-Spule (5) eine Toroid-Spule ist.

10

25. Positions-Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
axiale Länge der Toroid-Spule mindestens dem Durchmesser ihres freien  
zentralen Durchganges (5a) entspricht, vorzugsweise mindestens doppelt so groß  
15 ist.

26. Positions-Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Toroid-Spule von einem Flussleitkörper (30) umgeben ist, der eine etwa  
20 zylindrische Form besitzt und vorzugsweise aus zwei Halbschalen besteht, die auf  
jeweils einer Stirnseite geschlossen sind bis auf eine zentrale Durchgangsöffnung  
(5a) analog zur Durchgangsöffnung der Toroid-Spule und deren Kontaktebene  
quer zur Längsachse der Toroid-Spule und des Flussleitkörpers (30) verläuft.

25



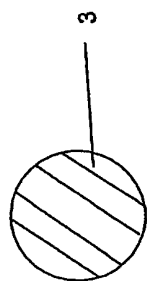


Fig. 2

Fig. 1b

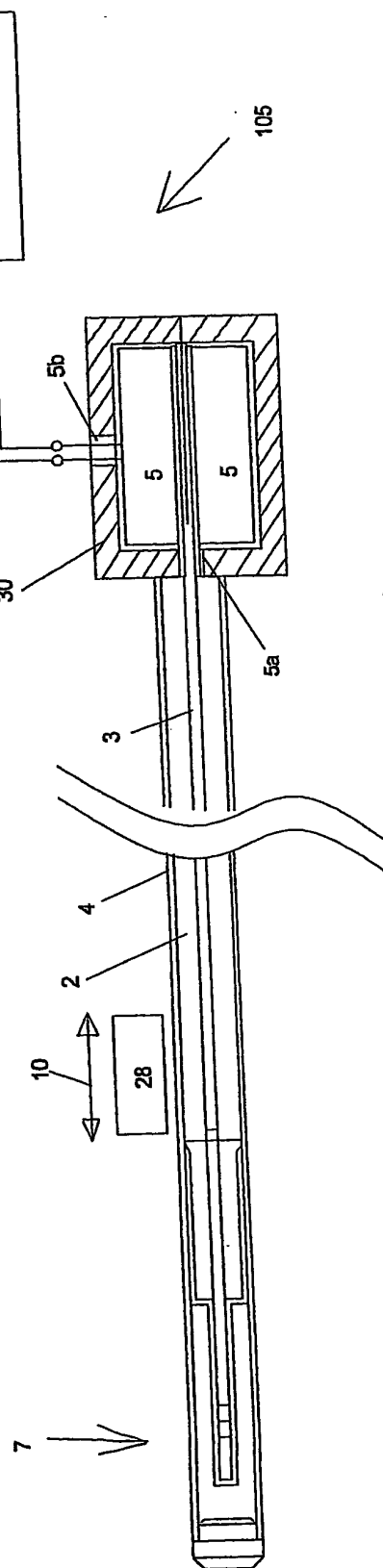
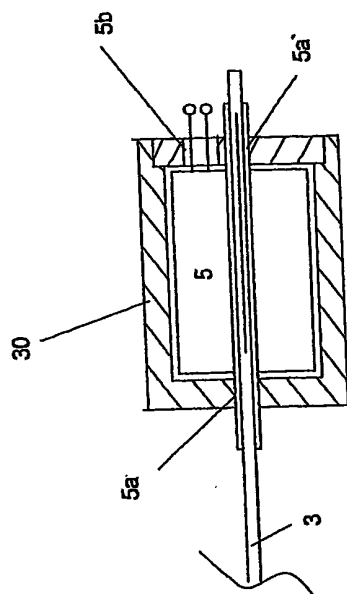


Fig. 1a



Fig. 3a

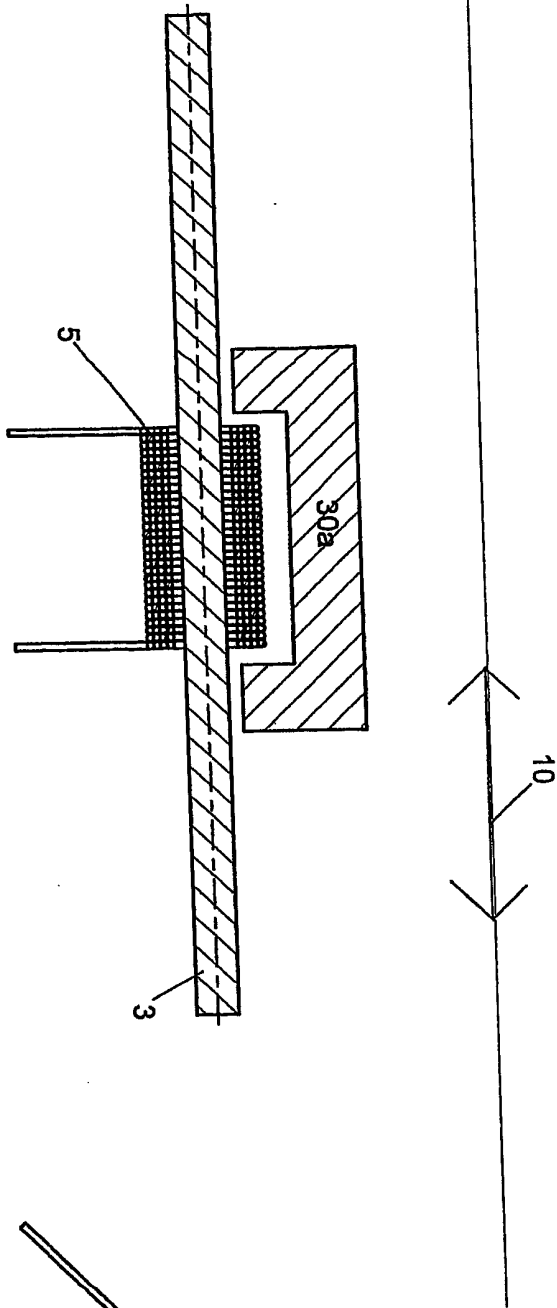
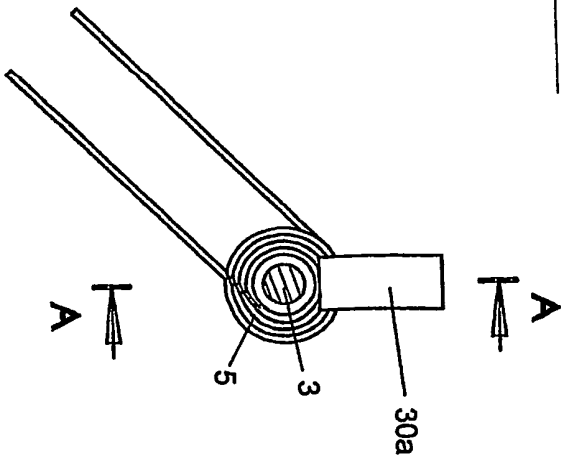


Fig. 3b





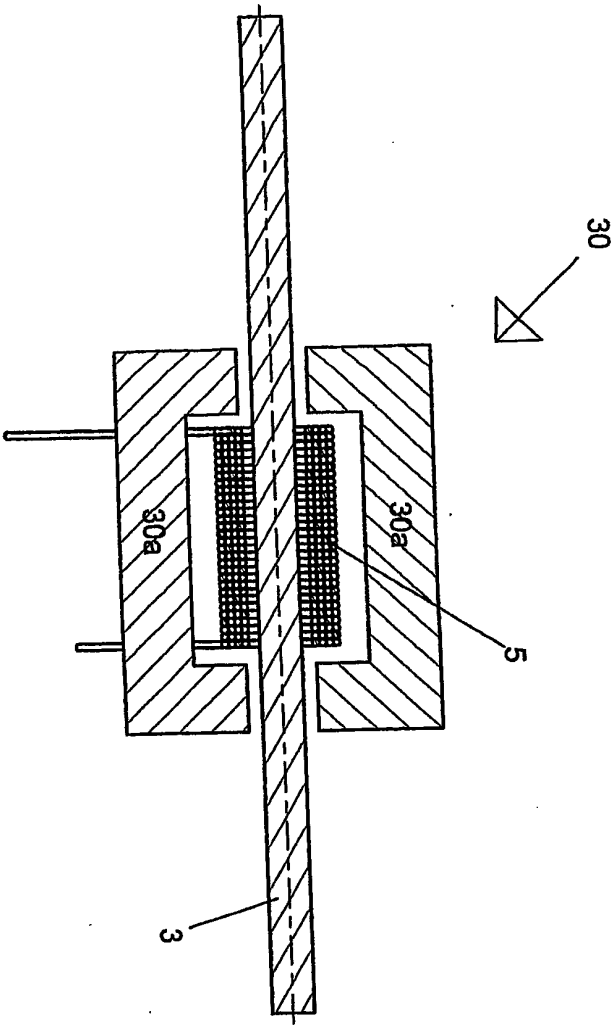


Fig. 4a

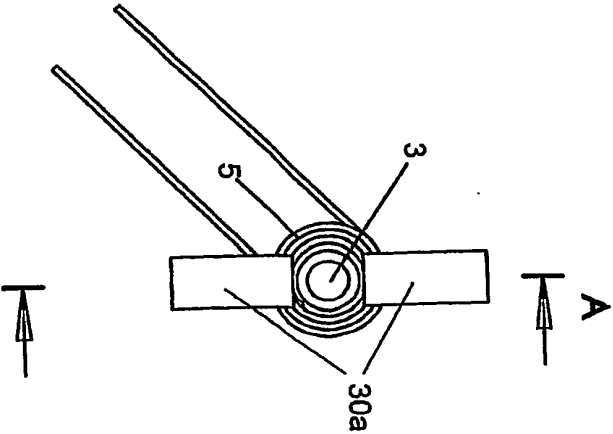


Fig. 4b



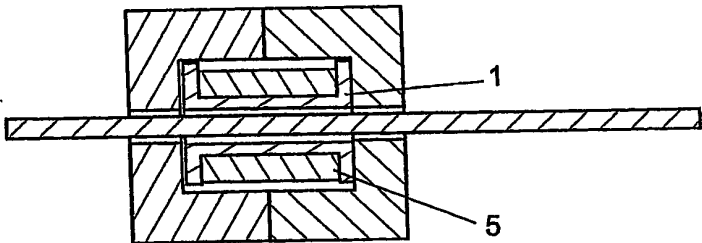


Fig. 4d

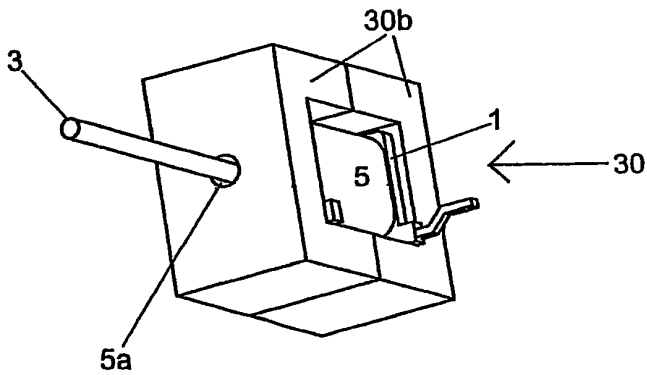
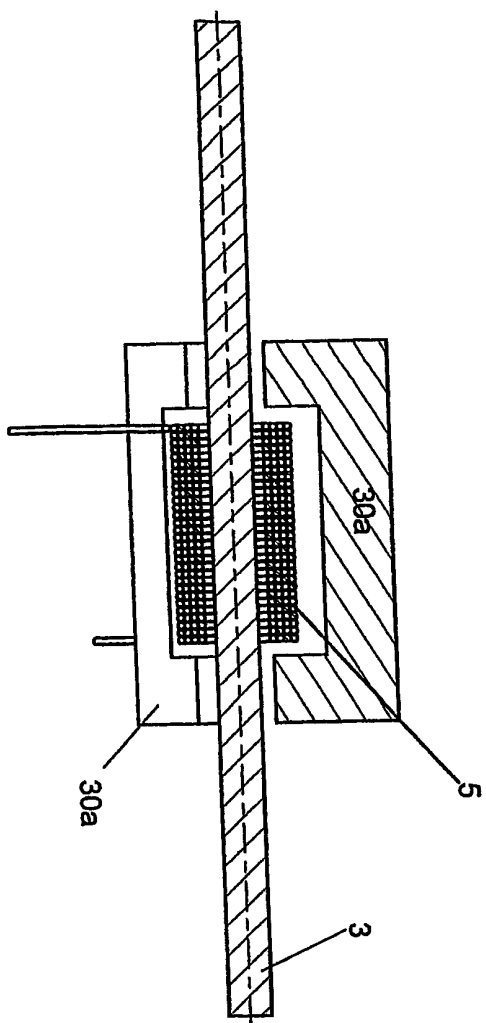
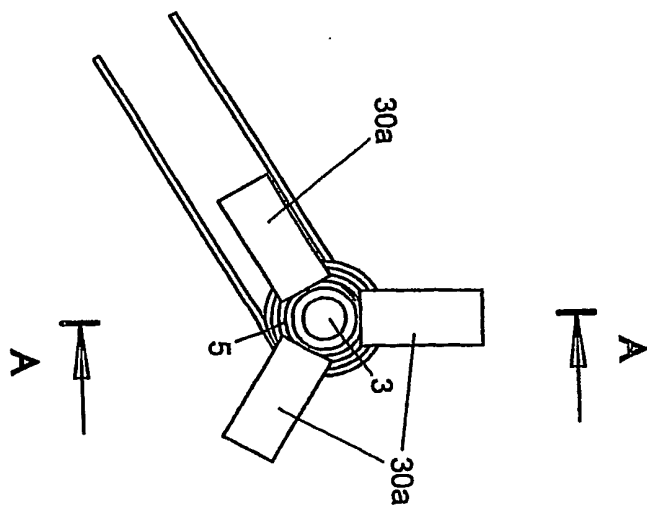


Fig. 4c





**Fig. 5a**



**Fig. 5b**



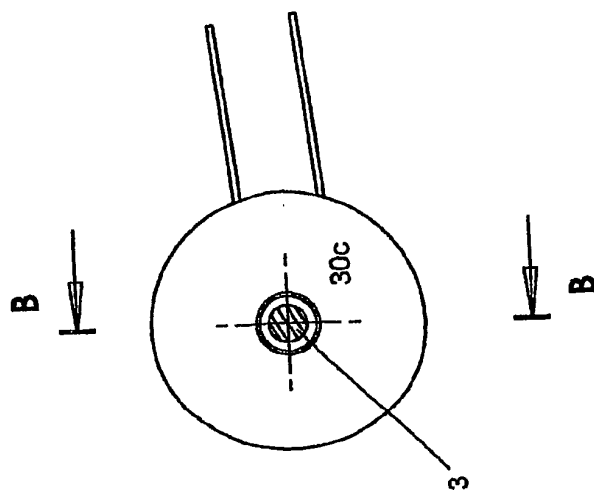


Fig. 6b

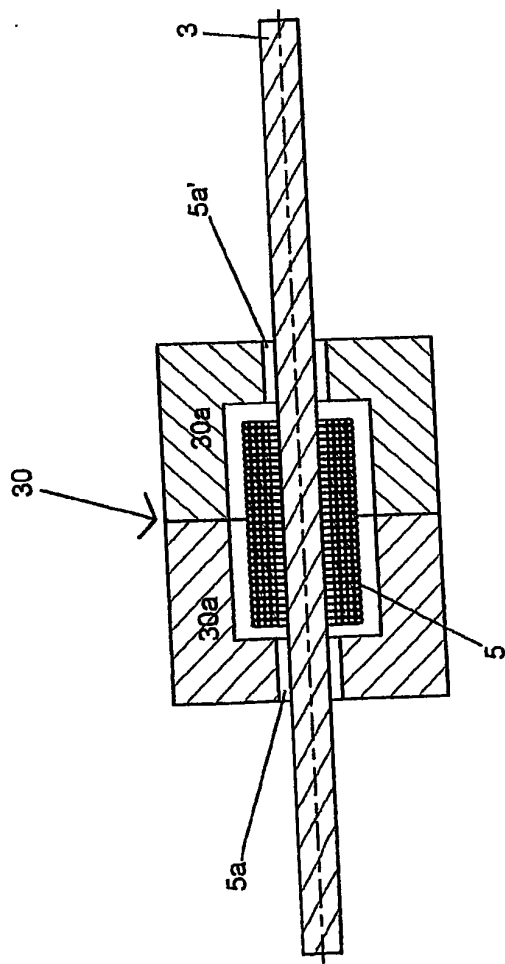


Fig. 6a



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/009068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01D5/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 680 041 A (BEGIN JOHN D) 21 October 1997 (1997-10-21) column 3, lines 3-35; figure 1	3 1-26
Y		1
X	DE 101 64 121 A (HORST SIEDLE GMBH & CO KG) 24 July 2003 (2003-07-24) abstract; figure 1	1, 2, 4-26
Y		1
X	DE 199 54 328 A (BALLUFF INC) 22 March 2001 (2001-03-22) column 6, lines 17-64; figure 1	1-26
Y		2, 4-26
Y	US 3 056 099 A (JOSEF DVORACEK) 25 September 1962 (1962-09-25) column 1, lines 1-54 column 2, lines 20-25	
	----- -/-- -----	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 December 2004

Date of mailing of the international search report

30/12/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kallinger, C



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/009068

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>US 2 511 178 A (ROTHERS HERBERT C)  13 June 1950 (1950-06-13)  column 2, line 39 - column 3, line 9;  claim 1; figures 3a,3b</p>	2,4-26



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter al Application No  
PCT/EP2004/009068

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5680041	A	21-10-1997	NONE	
DE 10164121	A	24-07-2003	DE 10164121 A1 US 2003146747 A1	24-07-2003 07-08-2003
DE 19954328	A	22-03-2001	US 6351117 B1 DE 19954328 A1	26-02-2002 22-03-2001
US 3056099	A	25-09-1962	NONE	
US 2511178	A	13-06-1950	NONE	

Best Available Copy



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/009068

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01D5/48

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 680 041 A (BEGIN JOHN D) 21. Oktober 1997 (1997-10-21)	3
Y	Spalte 3, Zeilen 3-35; Abbildung 1	1-26
X	DE 101 64 121 A (HORST SIEDLE GMBH & CO KG) 24. Juli 2003 (2003-07-24)	1
Y	Zusammenfassung; Abbildung 1	1,2,4-26
X	DE 199 54 328 A (BALLUFF INC) 22. März 2001 (2001-03-22)	1
Y	Spalte 6, Zeilen 17-64; Abbildung 1	1-26
Y	US 3 056 099 A (JOSEF DVORACEK) 25. September 1962 (1962-09-25)	2,4-26
	Spalte 1, Zeilen 1-54 Spalte 2, Zeilen 20-25	

-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Dezember 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/12/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kallinger, C



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern  
PCT/EP2004/009068

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2 511 178 A (ROTHERS HERBERT C) 13. Juni 1950 (1950-06-13) Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 3, Zeile 9; Anspruch 1; Abbildungen 3a, 3b	2, 4-26



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern is Aktenzeichen

PCT/EP2004/009068

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5680041	A	21-10-1997	KEINE		
DE 10164121	A	24-07-2003	DE 10164121 A1		24-07-2003
			US 2003146747 A1		07-08-2003
DE 19954328	A	22-03-2001	US 6351117 B1		26-02-2002
			DE 19954328 A1		22-03-2001
US 3056099	A	25-09-1962	KEINE		
US 2511178	A	13-06-1950	KEINE		

Best Available Copy